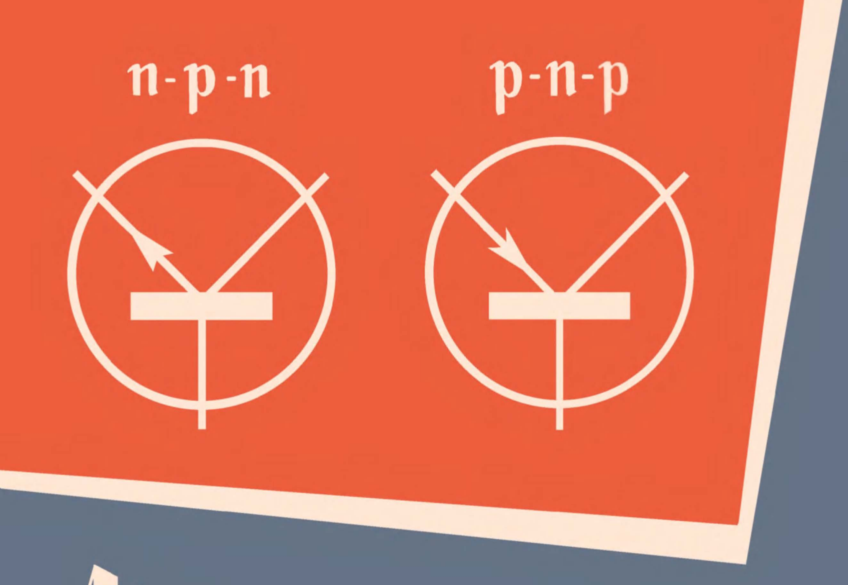
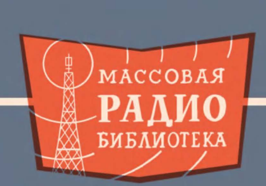


В. К. Лабутин

ТРАНЗИСТОРЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

СПРАВОЧНАЯ СЕРИЯ

Выпуск 526

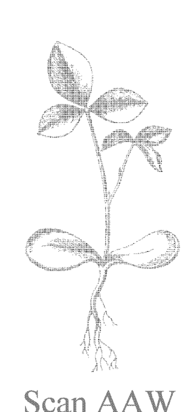
В. К. ЛАБУТИН

ТРАНЗИСТОРЫ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД



УДК 621.382.3 (032)
Л 12

Брошюра содержит справочные данные по наиболее распространенным типам маломощных низкочастотных германиевых и кремниевых транзисторов общего назначения.

Приводятся таблицы параметров, включающие в себя гарантируемые, типичные и предельные значения, выходные и входные статические характеристики для всех типов транзисторов в схеме с общим эмиттером, предельно допустимые эксплуатационные режимы, а также важнейшие температурные и режимные зависимости.

Помимо электрических и конструктивных характеристик, приводятся примеры схем применения транзисторов из различных областей электроники. В справочник включены рекомендации по конструированию аппаратуры с транзисторами и приведена номограмма *h*-параметров для перехода от схемы с общей базой к схеме с общим эмиттером.

Лабутин Вадим Константинович

Транзисторы общего назначения, издательство «Энергия», 1964 г., 32 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека, вып. 526).
Тематический план 1963 г. № 362.

Редактор *В. А. Бурлянд* Техн. редактор *Н. И. Борунов*

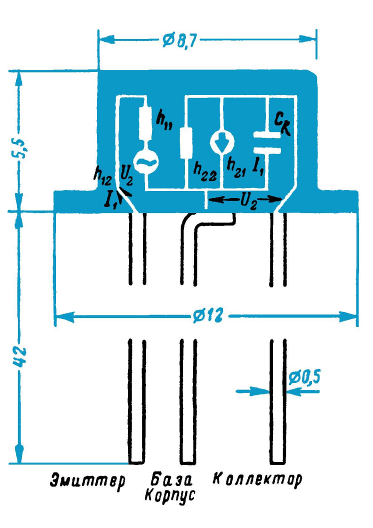
Сдано в набор 8/IV 1963 г. Подписано к печати 12/XI 1964 г.
Т-13410 Бумага 84×108[1]/32 1,64 печ. л. Уч.-изд. л. 1,6
Тираж 100 000 экз. Цена 06 коп. Зак. 174

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати,
Шлюзовая наб., 10

ГЕРМАНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	24	28	34
h_{12}	10^{-4}	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-3}$
h_{21}	—0,9	—0,92	—0,96
h_{22}, *мкмо*	0,5	1,5	3,3
$C_к$, *пф*	35	45	65
f_α, *Мгц*	0,1	0,5	1,0
$K_м$, *дб*	32	36	40
$F_ш$, *дб*	8	15	33
$I_{к.о}$, *мка*	1	5	30

Коэффициент усиления по мощности $K_м$ измеряется в схеме с общим эмиттером при $R_г = 600$ *ом* и $R_н = 30$ *ком*. Шумфактор $F_ш$ измеряется в схеме с общим эмиттером при $I_э = 0,5$ *ма* и $U_к = +1,5$ *в* на частоте 1 000 *гц*. Остальные параметры измеряются при $I_э = 1$ *ма* и $U_к = 5$ *в*. Цветом отмечены гарантируемые значения параметров.



Размеры, расположение выводов и эквивалентная схема для малого сигнала.

Предельно допустимые эксплуатационные режимы (одинаковые для транзисторов типов П8—П11)

Ток эмиттера и коллектора:
- в режиме усиления . . . 20 *ма*
- в режиме переключения . . . . 150 *ма*

Напряжение коллектор—база . . . . +15 *в* (10)

Напряжение коллектор—эмиттер . . . +15 *в* (10)

Напряжение эмиттер—база . . . +15 *в* (10)

Рассеиваемая мощность . . . 150 *мвт* (75)

Температура коллектора . . . . +85° C

Низшая рабочая температура . . —60°C

Тепловое сопротивление . . . 0,2 °C/*мвт*

В скобках указаны значения для температур от + 50 до + 70° C

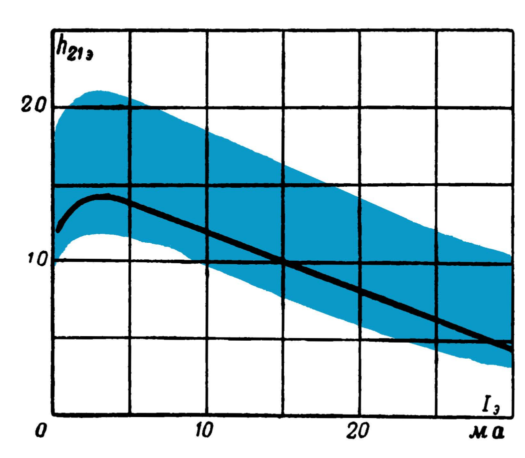


ГЕРМАНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П8.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	24	28	32
h_{12}	10^{-4}	$2\cdot10^{-4}$	$6\cdot10^{-4}$
h_{21}	—0,9	—0,93	—0,95
h_{22}, *мкмо*	0,5	1,0	2,0
$C_к$, *пф*	30	40	60
f_α, *Мгц*	0,5	1,0	1,5
$K_м$, *дб*	32	36	40
$F_ш$, *дб*	7	12	20
$I_{к.о}$, *мка*	1	5	15

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.



Зависимость коэффициента усиления по току в схеме с общим эмиттером от тока эмиттера.

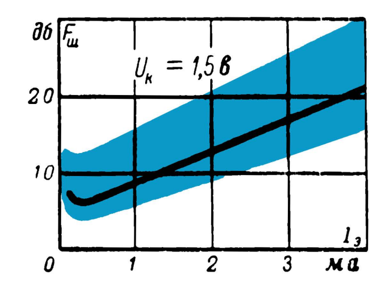


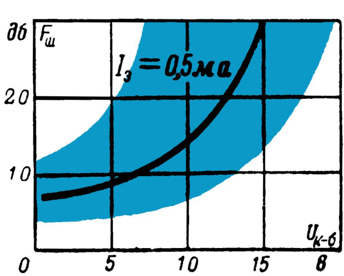
ГЕРМАНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	24	28	32
h_{12}	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	−0,92	−0,94	−0,97
h_{22}, *мкмо*	0,5	1,0	2,0
$C_к$, *пф*	30	40	60
f_α, *Мгц*	0,5	1,0	2,0
$K_м$, *дб*	32	36	40
$F_ш$, *дб*	4	7	12
$I_{к.о}$, *мка*	1	5	15

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П8.





Зависимость шумфактора $F_ш$ от тока эмиттера и от напряжения коллектора.

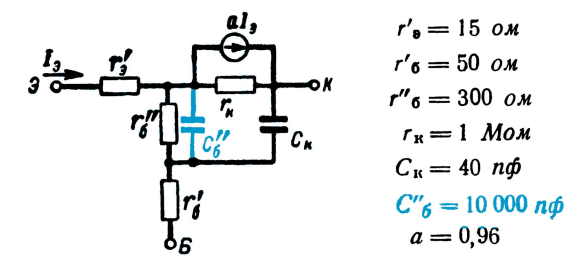


ГЕРМАНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Размеры, расположение выводов, низкочастотная эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П8.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	24	28	32
h_{12}	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	—0,94	—0,96	—0,97
h_{22}, *мкмо*	0,5	1,0	2,0
$C_к$, *пф*	30	40	60
f_α, *Мгц*	1,0	1,3	1,8
$K_м$, *дб*	32	35	40
$F_ш$, *дб*	5	12	20
$I_{к.о}$, *мка*	1	5	15

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.



Среднечастотная эквивалентная схема и типичные значения ее элементов. На частотах ниже 20 *кгц* элемент $C''_б$ можно не учитывать.

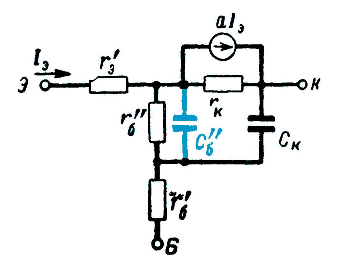


ГЕРМАНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	24	28	34
h_{12}	10^{-4}	$2\cdot10^{-4}$	$6\cdot10^{-4}$
h_{21}	—0,94	—0,97	—0,98
h_{22}, *мкмо*	0,5	1,0	2,0
$C_к$, *пф*	30	40	60
f_α, *Мгц*	1,6	2,0	3,0
$K_м$, *дб*	32	35	40
$F_ш$, *дб*	7	12	20
$I_{к.о}$, *мка*	1	5	15

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.

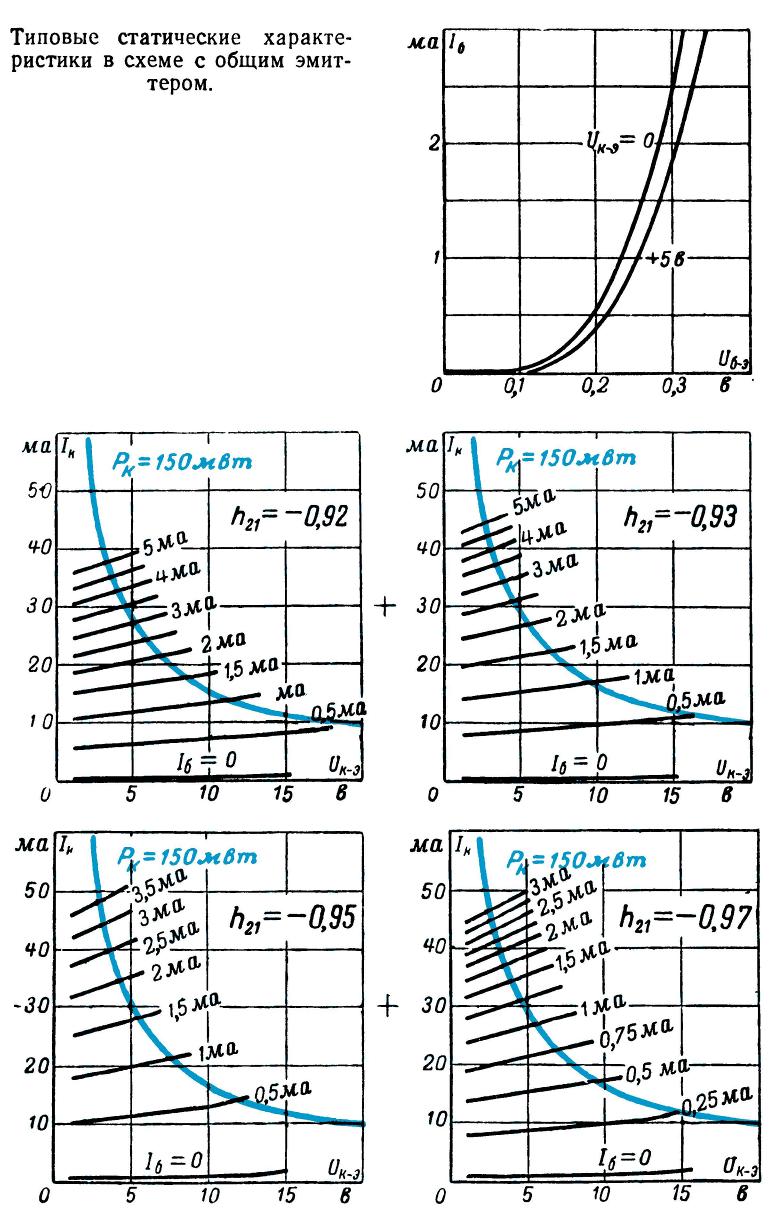
Размеры, расположение выводов, низкочастотная эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые режимы такие же, как у транзистора типа П8.

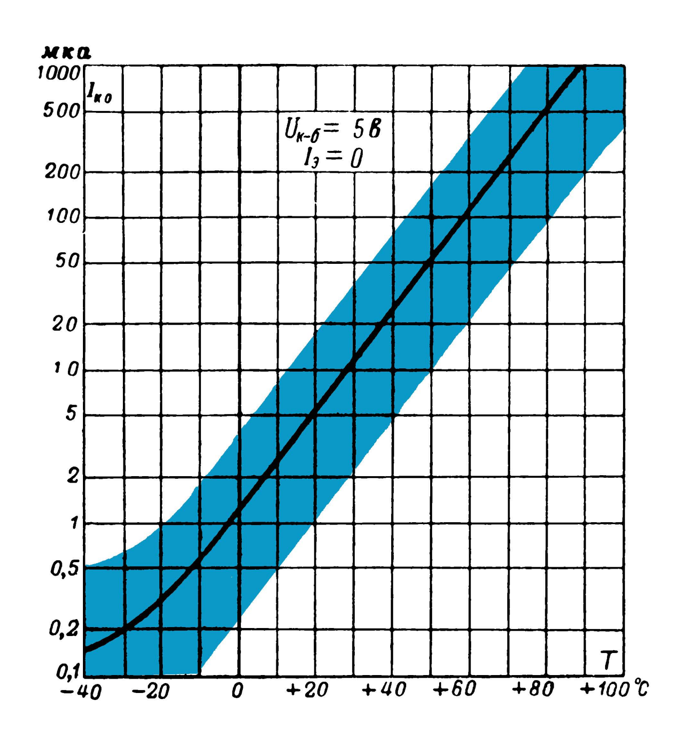


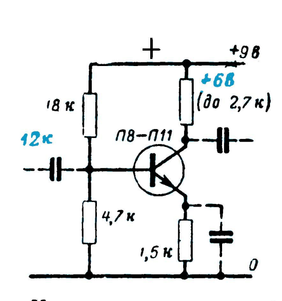
$r'_э = 15$ *ом*
$r'_б = 70$ *ом*
$r''_б = 400$ *ом*
$r_к = 1$ *Мом*
$C_к = 40$ *пф*
$C''_б = 7000$ *пф*
$a = 0,97$

Среднечастотная эквивалентная схема и типичные значения ее параметров. На частотах ниже 20 *кгц* элемент $C''_б$ можно не учитывать.

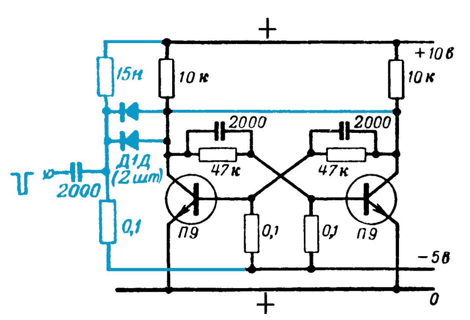
Типовые статические характеристики в схеме с общим эмиттером.







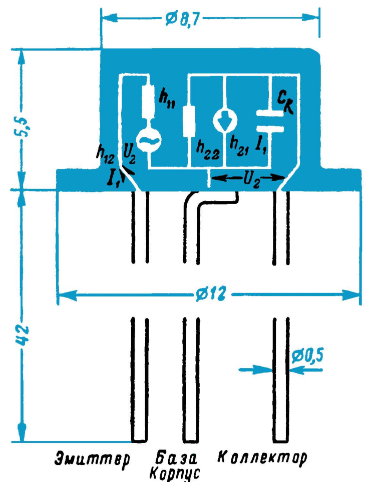
Классическая схема стабилизации рабочей точки в усилительном каскаде. Величины сопротивлений указаны для тока эмиттера 1 *ма*. Для получения тока эмиттера 0,5 *ма* их надо увеличить вдвое.



Принципиальная схема потенциального триггера. Цветом выделена цепь общего запуска (счетный вход). Раздельный запуск осуществляется подачей отрицательных импульсов непосредственно на коллектор каждого транзистора.



ГЕРМАНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ



Размеры, расположение выводов и эквивалентная схема для малого сигнала.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	24	28	32
h_{12}	10^{-4}	10^{-3}	$5 \cdot 10^{-3}$
h_{21}	−0,92	−0,94	−0,98
h_{22}, *мкмо*	0,3	1,0	3,3
$C_к$, *пф*	25	35	50
f_α, *Мгц*	0,5	1,0	2,0
$F_ш$, *дб*	8	15	33
$I_{к.о}$, *мка*	0,5	3	15
$I_{э.о}$, *мка*	0,5	3	15

Шумфактор $F_ш$ измеряется в схеме с общим эмиттером при $I_э = 0,5$ *ма* и $U_к = -1,5$ *в* на частоте 1 000 *гц*. Остальные параметры измеряются при $I_э = 1$ *ма* и $U_к = -5$ *в*. Цветом отмечены гарантируемые значения параметров.

Предельно допустимые эксплуатационные режимы (одинаковые для транзисторов типов П13 — П15)

Ток эмиттера и коллектора:
- в режиме усиления . . . . . . 20 *ма*
- в режиме переключения . . . . . 150 *ма*

Напряжение коллектор—база . . . . . −30 *в* (20)

Напряжение коллектор—эмиттер . . . −15 *в* (10)

Напряжение эмиттер—база . . . −15 *в* (10)

Рассеиваемая мощность . . . . . . 150 *мвт* (75)

Температура коллектора . . . . +85° C

Низшая рабочая температура . . −60° C

Тепловое сопротивление . . . 0,2°C/*мвт*

В скобках указаны значения для температур от +50 до +70°C

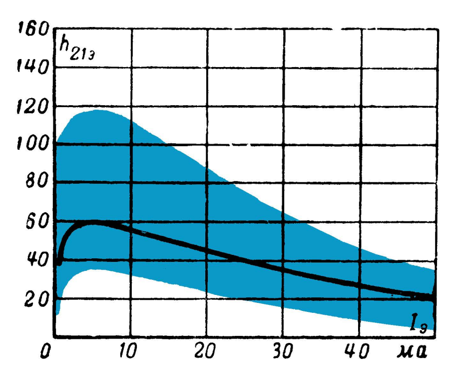


ГЕРМАНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	24	28	32
h_{12}	$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	—0,97	—0,93	—0,99
h_{22}, *мкмо*	0,3	0,8	2,0
$C_к$, *пф*	25	35	50
f_α, *Мгц*	0,5	0,8	3,0
$F_ш$, *дб*	8	15	33
$I_{к.о}$, *мка*	0,5	3	15
$I_{э.о}$, *мка*	0,5	3	15

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П13.



Зависимость коэффициента усиления по току в схеме с общим эмиттером от тока эмиттера.

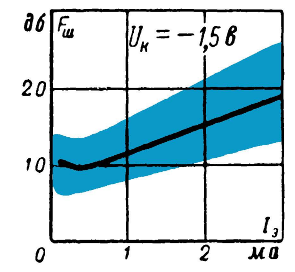


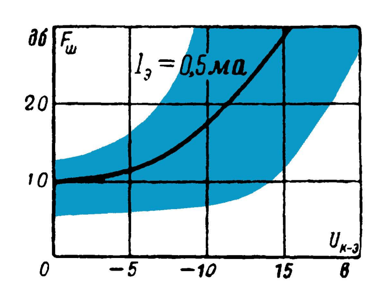
ГЕРМАНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П13.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	24	28	32
h_{12}	$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-4}$
h_{21}	−0,92	−0,95	−0,98
h_{22}, *мкмо*	0,3	0,8	2,0
$C_к$, *пф*	25	35	50
f_α, *Мгц*	0,5	0,8	3,0
$F_ш$, *дб*	6	10	12
$I_{к.о}$, *мка*	0,5	2	10
$I_{э.о}$, *мка*	0,5	3	10

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.





Зависимости шумфактора от тока эмиттера и напряжения коллектора.

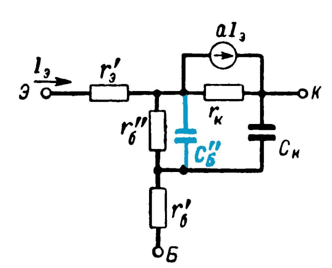
П14

ГЕРМАНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	24	28	32
h_{12}	$1{,}5\cdot10^{-4}$	$3\cdot10^{-4}$	$6\cdot10^{-4}$
h_{21}	−0,95	−0,96	−0,98
h_{22}, *мкмо*	0,3	0,8	3,3
$C_к$, *пф*	25	35	50
$r'_б$, *ом*	30	50	150
f_α, *Мгц*	1,0	1,5	2,0
$F_ш$, *дб*	8	15	33
$I_{к.о}$, *мка*	0,5	3	15
$I_{э.о}$, *мка*	0,5	3	15

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П13.



$r'_э = 15$ *ом*

$r'_б = 50$ *ом*

$r''_б = 300$ *ом*

$r_к = 1{,}25$ *Мом*

$C_к = 35$ *пф*

$C''_б = 10\,000$ *пф*

$a — 0{,}96$

Среднечастотная эквивалентная схема транзистора и типичные значения ее элементов. На частотах ниже 20 *кгц* элемент $C''_б$ можно не учитывать.

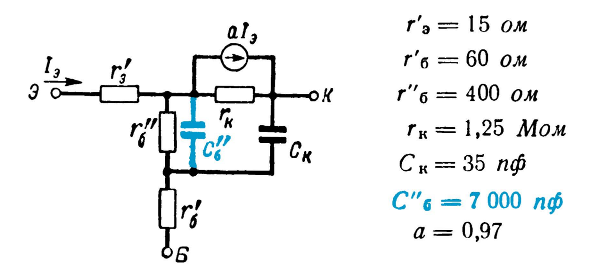


ГЕРМАНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СИГНАЛОВ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ

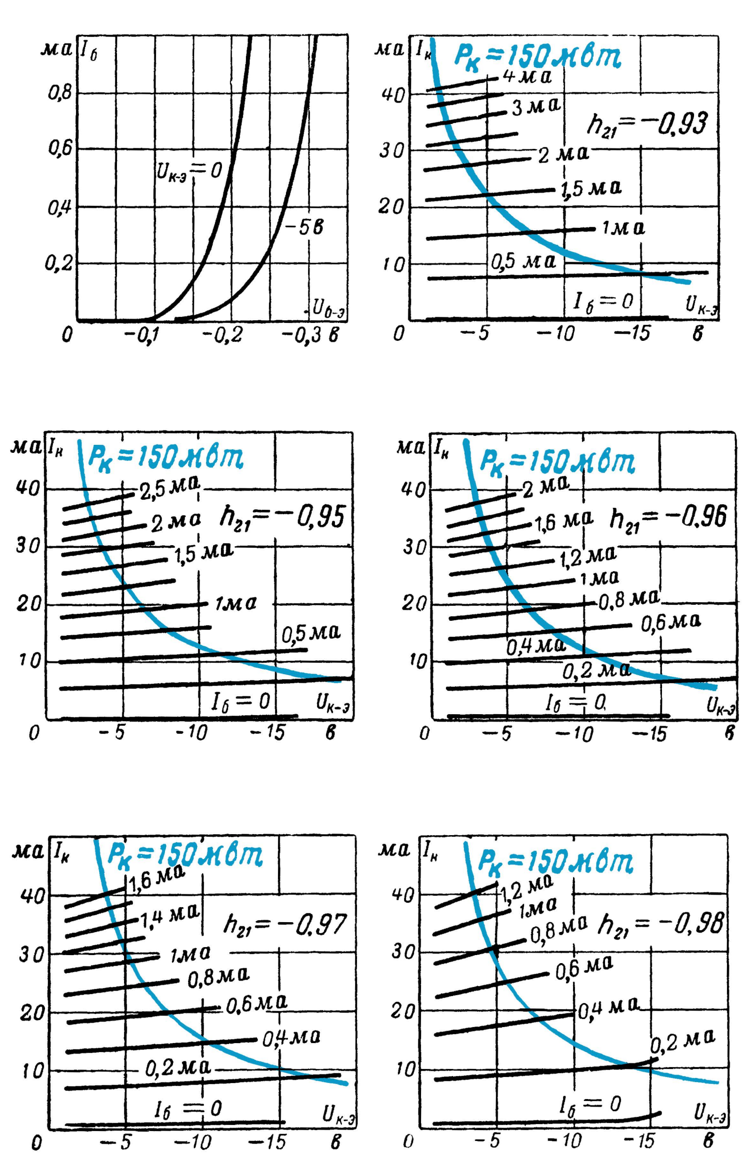
Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П13.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	24	28	32
h_{12}	$2\cdot10^{-4}$	$4\cdot10^{-4}$	$8\cdot10^{-4}$
h_{21}	—0,95	—0,97	—0,99
h_{22}, *мкмо*	0,3	0,8	3,3
$C_к$, *пф*	25	35	50
$r'_б$, *ом*	30	60	150
f_α, *Мгц*	2,0	2,5	4
$F_ш$, *дб*	8	15	33
$I_{к.о}$, *мка*	0,5	3	15
$I_{э.о}$, *мка*	0,5	3	15

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.



Среднечастотная эквивалентная схема и типичные значения ее элементов. На частотах ниже 20 *кгц* элемент $C''_б$ можно не учитывать.



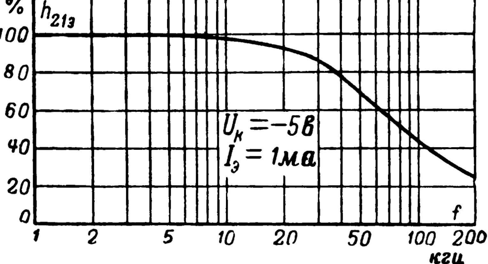
Типовые статические характеристики в схеме с общим эмиттером.

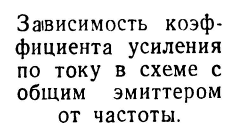
мка
1000 $I_{ко}$
500
200
100
50
20
10
5
2
1
0,5
0,2
0,1

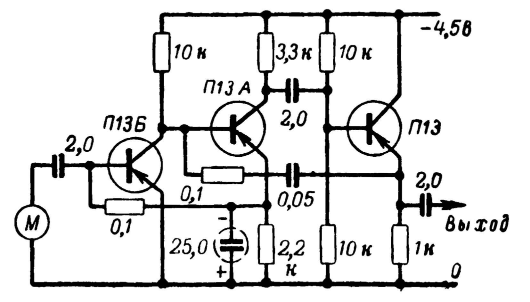
$U_{к\text{-}б} = -5\,в$
$I_э = 0$

T
−40 −20 0 +20 +40 +60 +80 +100°C

Типичная зависимость обратного тока коллектора транзисторов П13—П15 от температуры.




Зависимость коэффициента усиления по току в схеме с общим эмиттером от частоты.



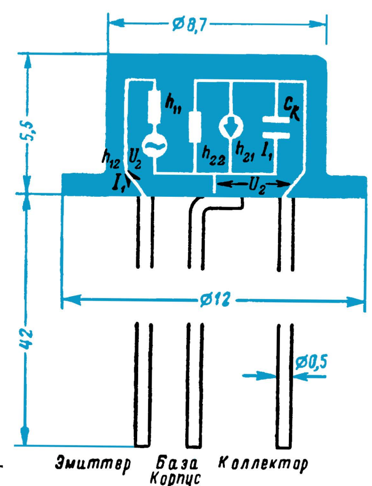
Принципиальная схема усилителя для низкоомного электродинамического микрофона (без трансформатора). Коэффициент усиления $K = 200$, выходное сопротивление не более 150 *ом*.

КРЕМНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ



Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	40	60	100
h_{12}	$2\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-3}$
h_{21}	—0,9	—0,93	—0,96
h_{22}, *мкмо*	0,5	1,0	3,3
$C_к$, *пф*	30	100	150
f_α, *Мгц*	0,2	0,7	1,5
$F_ш$, *дб*	10	15	25
$I_{к.о}$, *мка*	0,005	0,1	1
при +120°C	—	—	50

Шумфактор $F_ш$ измеряется в схеме с общим эмиттером при $I_э = 0{,}2$ *ма* и $U_к = +1$ *в*. Остальные параметры измеряются при $I_э = 1$ *ма* и $U_к = +5$*в*. Цветом отмечены гарантируемые значения параметров.



Размеры, расположение выводов и эквивалентная схема для малого сигнала.

Предельно допустимые эксплуатационные режимы (одинаковые для транзисторов типов П101-П103)

Ток эмиттера и коллектора . . 20 *ма*

Напряжение коллектор—база (только для типа П101) . . . . +20 *в* (+10)

Напряжение коллектор—эмиттер +10 *в* (+5)

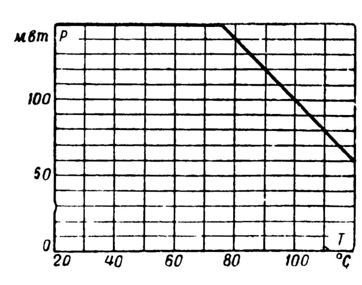
Рассеиваемая мощность . . . 150 *мвт* (60)

Температура коллектора . . . . +150° С

Низшая рабочая температура . . —60° С

Тепловое сопротивление . . . 0,5°С/*мвт*

В скобках указаны значения для температур от + 75 до + 120° С.



Зависимость предельно допустимой мощности, рассеиваемой транзистором, от температуры корпуса.



КРЕМНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СЛАБЫХ СИГНАЛОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

По всем характеристикам аналогичен транзистору типа П101, за исключением:

Максимальное значение шумфактора . . . . 15 *дб*
Наибольшее напряжение коллектор — база . . . . +10 *в*



КРЕМНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П101, за исключением:

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим значение
h_{11}, *ом*	40	60	100
h_{12}	$2\cdot10^{-4}$	10^{-3}	$5\cdot10^{-3}$
h_{21}	—0,93	—0,96	—0,98
h_{22}, *мкмо*	0,5	0,8	2,0
$C_к$, *пф*	30	100	150
f_α, *Мгц*	0,5	0,7	1,5
$F_ш$, *дб*	10	15	25
$I_{к.о}$, *мка*	0,005	0,1	1,0
при 120° С	—	—	50

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.

Наибольшее напряжение коллектор — база . . +10 *в*.



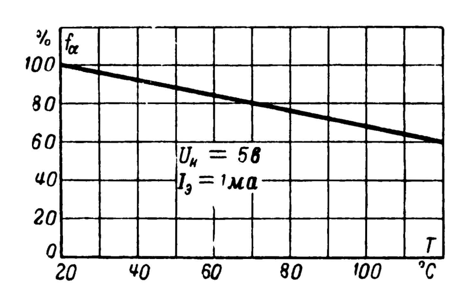
КРЕМНИЕВЫЙ *n-p-n* ТРАНЗИСТОР УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	40	60	100
h_{12}	$2\cdot10^{-4}$	$5\cdot10^{-4}$	$2\cdot10^{-3}$
h_{21}	—0,9	—0,97	—0,99
h_{22}, *мкмо*	0,5	1,0	3,3
$C_к$, *пф*	30	100	150
f_α, *Мгц*	1,0	1,5	3,0
$F_ш$, *дб*	10	15	25
$I_{к.о}$, *мка*	0,005	0,1	1,0
при 120° С	—	—	50

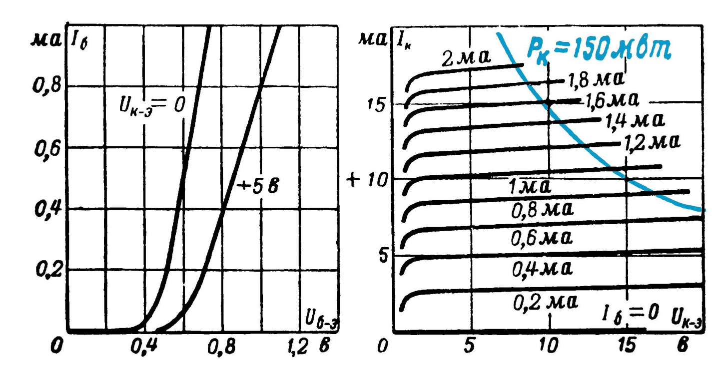
Цветом выделены гарантируемые значения параметров.

Размеры, расположение выводов и эквивалентная схема, режимы измерения всех параметров и предельно допустимые эксплуатационные режимы такие же, как у транзистора типа П101, за исключением:

Наибольшее напряжение коллектор—база . . +10 *в*.

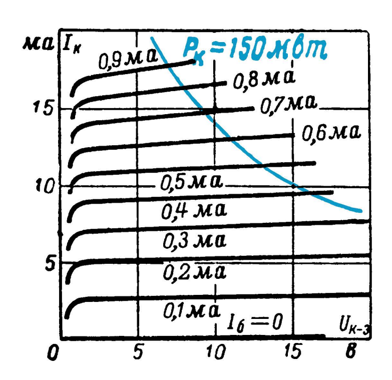


Зависимость граничной частоты коэффициента усиления по току от температуры.

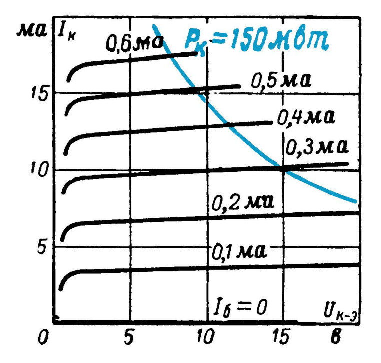


Типовые входные статические характеристики в схеме с общим эмиттером.

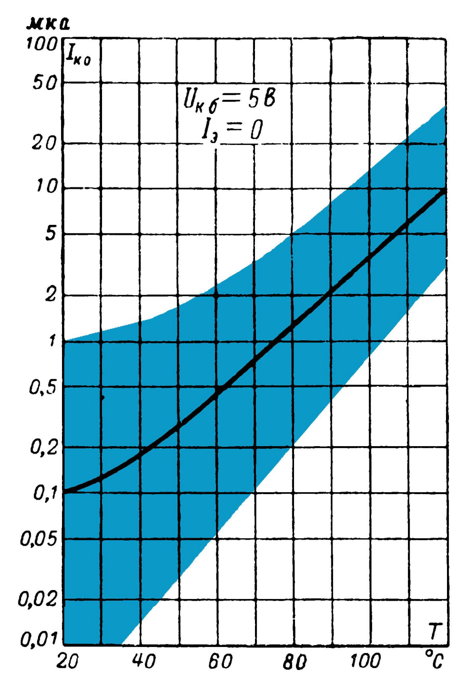
Типовые входные статические характеристики в схеме с общим эмиттером. при $h_{21}=-0{,}93$ (П101).



Типовые входные статические характеристики в схеме с общим эмиттером. при $h_{21}=-0{,}96$ (П102).



Типовые входные статические характеристики в схеме с общим эмиттером. при $h_{21}=-0{,}97$ (П103).



Типичная зависимость обратного тока коллектора от температуры.

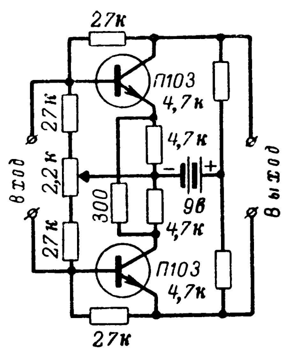


Схема балансного усилителя постоянного тока с высокой температурной стабильностью. Коэффициент усиления зависит от сопротивления нагрузки и лежит в пределах 5—20.

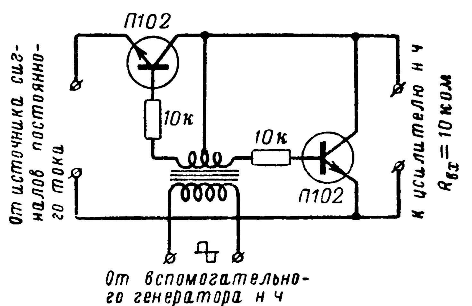
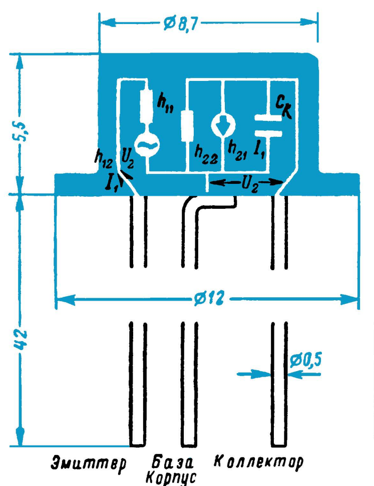


Схема прерывателя для усиления медленно меняющихся напряжений от низкоомного датчика при помощи усилителя н. ч. При подборе идентичных транзисторов прерыватель устойчиво работает в широком диапазоне температур, начиная с входного напряжения в 1 *мв*.



КРЕМНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ



Размеры, расположение выводов и эквивалентная схема для малого сигнала.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	35	50	140
h_{21}	—0,9	—0,92	—0,96
h_{22}, *мкмо*	0,7	2	3,3
$r_б = h_{12}/h_{22}$, *ом*	50	200	1 000
$C_к$, *пф*	40	50	80
f_α, *Мгц*	0,1	0,6	1,1
$I_{к.о}$, *мка*	0,005	0,1	0,5
$I_{э.о}$, *мка*	0,005	0,1	0,5

Все параметры измеряются при $I_э = 1$ *ма* и $U_к = -5$ *в*. Цветом отмечены гарантируемые значения пара метров.

Статические характеристики см. в данных по транзистору типа П105.

Предельно допустимые эксплуатационные режимы

Ток эмиттера и коллектора:
- в режиме усиления . . . 20 *ма*
- в режиме переключения . . . 50 *ма* (25)

Напряжение коллектор—эмиттер:
- при разомкнутой цепи базы . . . —60 *в* (—12)
- при сопротивлении цепи базы 1 *ком* —60 *в* (—30)

Напряжение коллектор—база . . . —60 *в*

Напряжение эмиттер—база . . . —45 *в*

Рассеиваемая мощность . . . 150 *мвт* (60)

Температура коллектора . . . . +150° C

Низшая рабочая температура . . —60° C

Тепловое сопротивление . . . 0,5° C/*мвт*

В скобках указаны значения для температур от +75 до +120° C.



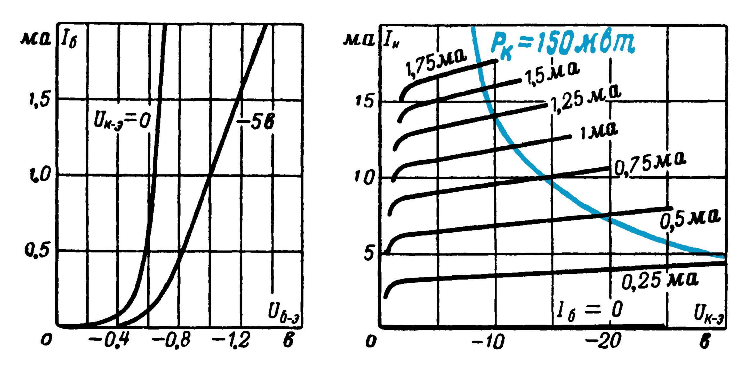
КРЕМНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

По всем характеристикам аналогичен транзистору типа П104, за исключением предельно допустимых напряжений:

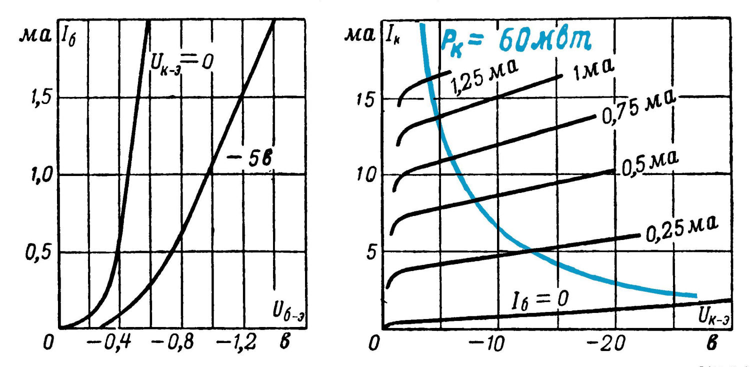
Напряжение коллектор—эмиттер
- при разомкнутой цепи базы . . . . —30 *в* (—6)
- при сопротивлении цепи базы 1 *ком* . . . . —30 *в* (—15)

Напряжение коллектор—база . . . . —30 *в*

Напряжение эмиттер—база . . . . —45 *в*



Типовые статические характеристики транзисторов типов П104 и П105 в схеме с общим эмиттером при температуре +20° С ($h_{21}=-0{,}92$).



Типовые статические характеристики транзисторов типов П104 и П105 в схеме с общим эмиттером при температуре +120° С (при температуре +20° С $h_{21}=-0{,}92$).



КРЕМНИЕВЫЙ *p-n-p* ТРАНЗИСТОР УНИВЕРСАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Размеры, расположение выводов, эквивалентная схема и режимы измерения всех параметров такие же, как у транзистора типа П104.

Основные параметры	Миним. значение	Типичное значение	Максим. значение
h_{11}, *ом*	35	45	80
h_{21}	—0,93	—0,95	—0,98
h_{22}, *мкмо*	0,7	1,8	2,0
$r_б = h_{12}/h_{22}$, *ом*	150	600	1 500
$C_к$, *пф*	40	50	80
f_α, *Мгц*	0,5	1,5	2,0
$I_{к.о}$, *мка*	0,005	0,1	0,5
$I_{э.о}$, *мка*	0,005	0,1	0,5

Цветом выделены гарантируемые значения параметров.

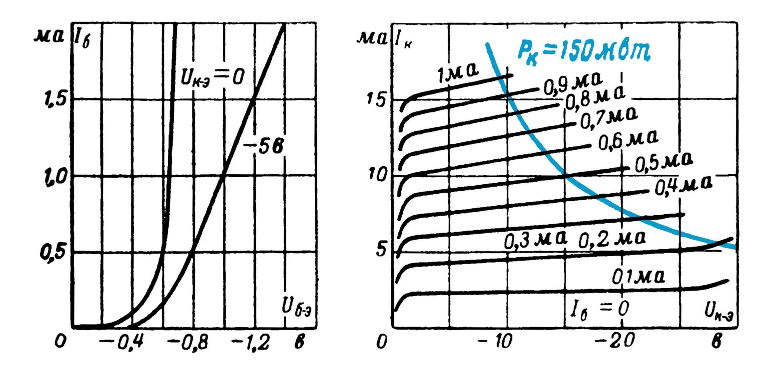
Статические характеристики см. на след. стр.

Предельно допустимые эксплуатационные режимы

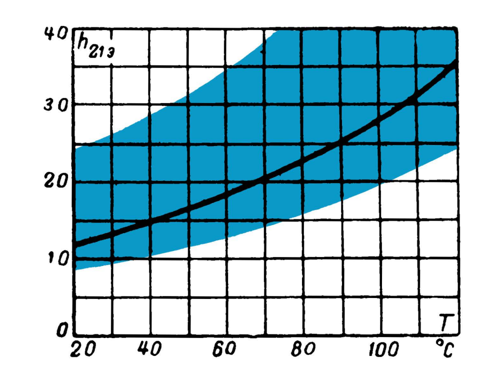
Ток эмиттера и коллектора
в режиме усиления . . 30 *ма*
в режиме переключения . . . . 70 *ма* (50)
Напряжение коллектор—эмиттер
при разомкнутой цепи базы . . . . —15 *в* (—3)
при сопротивлении цепи базы 1 *ком* . . . —15 *в* (—7,5)

Напряжение коллектор—база —15 *в*
Напряжение эмиттер—база . . . —45 *в*
Рассеиваемая мощность . . . 150 *мвт* (60)
Температура коллектора . . . . +150° С
Низшая рабочая температура . . —60° С
Тепловое сопротивление . . . 0,5 °С/*мвт*

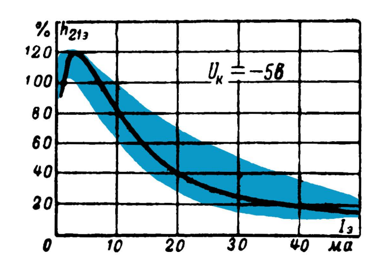
В скобках указаны значения для температур от + 75 до + 120° С.



Типовые статические характеристики транзисторов П106 в схеме с общим эмиттером ($h_{21}=-0,95$)

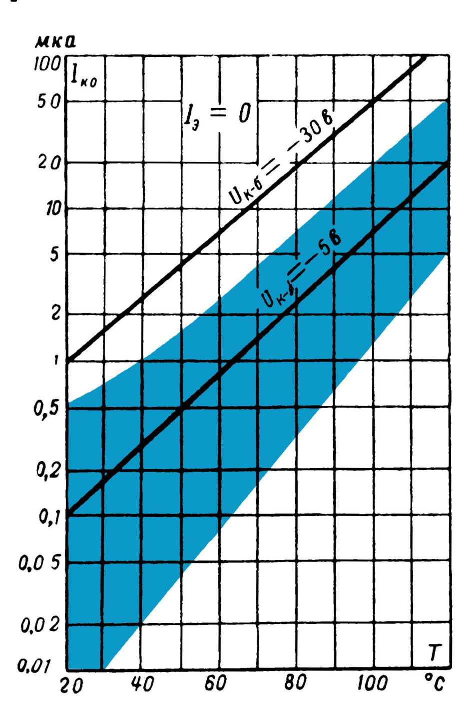


Зависимость коэффициента усиления по току в схеме с общим эмиттером от температуры для транзисторов типов П104 и П105

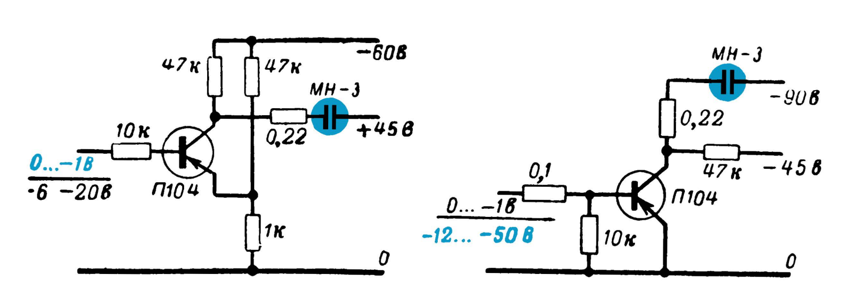


Типовая нормализованная зависимость коэффициента усиления по току в схеме с общим эмиттером от тока эмиттера (за 100% принято значение $h_{21э}$ при токе эмиттера 1 *ма*).

КРЕМНИЕВЫЕ *p-n-p* ТРАНЗИСТОРЫ ТИПОВ П104—П106

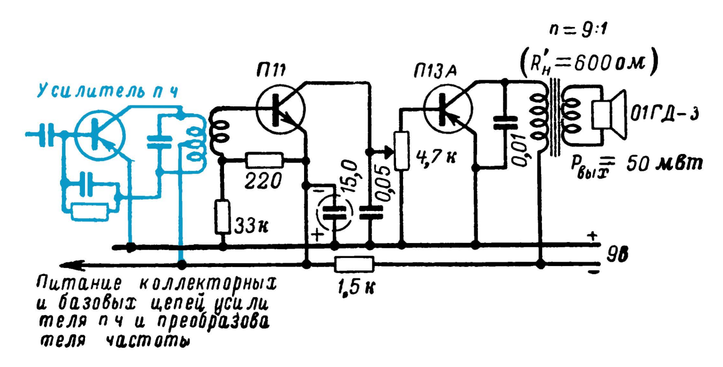


Типовые зависимости обратного тока коллектора транзисторов П104—П106 от температуры.



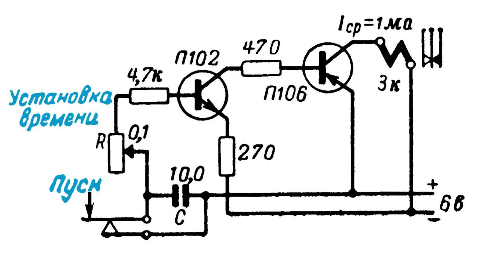
Схемы электронных реле для управления сигнальными неоновыми лампами (индикация состояния триггера и т. п.). Входные напряжения, выделенные цветом, обеспечивают зажигание неоновой лампы, а указанные черным цветом—погасание.

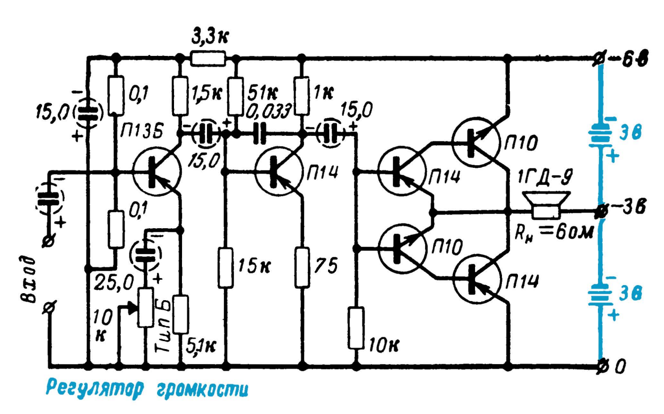
СХЕМЫ С ТРАНЗИСТОРАМИ *p-n-p* И *n-p-n*



Принципиальная схема детектора, АРУ и усилителя н. ч. с плавающей рабочей точкой для карманного приемника.

Принципиальная схема реле времени с регулировкой выдержки от 0,5 до 10 *сек.* Пределы выдержек могут быть изменены путем замены конденсатора *C* и переменного сопротивления *R*.





Принципиальная схема высокочувствительного бестрансформаторного усилителя н. ч. с выходной мощностью 300 *мвт.* Номинальное входное напряжение 10 *мв.*

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МАЛОМОЩНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

Транзисторы отличаются высокой экономичностью питания, малыми размерами и весом, высокой механической прочностью, практически мгновенной готовностью к действию и большой долговечностью.

Отсутствие цепей накала, низковольтное питание, наличие структур *p-n-p* и *n-p-n* открывает ряд дополнительных возможностей для создания разнообразных приборов, превосходящих по многим показателям соответствующие ламповые устройства. Однако для обеспечения эффективной и надежной работы транзисторных схем необходимо учитывать специфические особенности транзисторов и соблюдать ряд условий грамотного конструирования и эксплуатации транзисторной аппаратуры:

1. По возможности облегчай тепловой режим аппаратуры.

2. Избегай применения предельно допустимых режимов (в особенности по мощности и обратному напряжению).

3. Не забывай, что при повышении температуры предельно допустимые значения мощности и напряжений понижаются.

4. В переключающих и импульсных схемах с насыщением наряду с мощностью, рассеиваемой коллектором в состоянии насыщения, учитывай мощность, рассеиваемую эмиттерным переходом, и мощность, выделяющуюся во время переходного процесса.

5. При параллельном соединении транзисторов вводи в цепь эмиттера (или базы) каждого транзистора небольшое уравнивающее токи сопротивление.

6. Старайся ввести в цепь коллектора каждого транзистора сопротивление, ограничивающее максимальную мощность ниже предельно допустимой при любом изменении рабочей точки.

7. В схеме с индуктивной нагрузкой и отсечкой тока коллектора (усилители класса В, блокинг-генераторы и т. п.) не допускай появления даже кратковременных импульсов э. д. с. самоиндукции, повышающих обратное напряжение на p-n переходе сверх предельно допустимого.

8. Отдавай предпочтение схемам с хорошей стабилизацией рабочей точки за счет применения независимых источников для питания коллекторной и эмиттерной цепей или за счет отрицательной обратной связи по току при применении одного источника.

9. Стремись по возможности уменьшить сопротивление постоянному току цепи база — полюс источника питания.

10. Для надежного запирания транзисторов в переключающих схемах подавай на эмиттерный переход в режиме отсечки обратное напряжение.

11. Для повышения стабильности усилительных каскадов (особенно при широком диапазоне рабочих температур) и для уменьшения влияния разброса параметров транзисторов на характеристики каскадов применяй отрицательную обратную связь.

12. Не впаивай и не выпаивай транзистор при включенном питании схемы. Если все же приходится включать транзистор при поданном питании, то прежде всего присоедини базу, затем эмиттер и в последнюю очередь — коллектор (выключать транзистор надо в обратном порядке).

13. Осторожно обращайся с выводами транзистора, перегибай и припаивай их на расстоянии не менее 5 мм от корпуса, при подпайке отводи тепло от вывода, зажав его между корпусом и местом пайки плоскогубцами.

НОМОГРАММА ДЛЯ ПЕРЕСЧЕТА h-ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СХЕМЫ С ОБЩЕЙ БАЗОЙ В h-ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ СХЕМЫ С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ

Часто возникает задача пересчета h-параметров, приведенных в справочниках для схемы с общей базой, в h-параметры наиболее употребительной схемы с общим эмиттером. Необходимые при этом расчеты упрощаются применением приведенной здесь номограммы, которая позволяет также решать обратную задачу: переход от значений h-параметров в схеме с общим эмиттером к их значениям в схеме с общей базой.

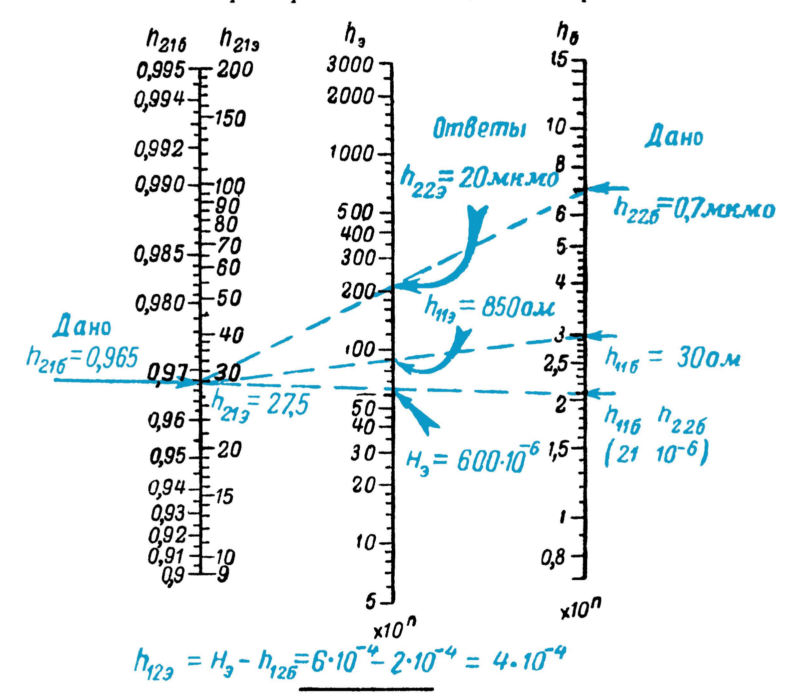
Значение параметра h_{21} определяется на левой оси по соседней шкале. Параметры h_{11} и h_{22} пересчитываются на правых двух осях с помощью луча, исходящего из точки h_{21} на левой оси. Для пересчета параметра h_{12} надо сначала вычислить произведение $h_{11б} \cdot h_{22б}$ и пересчитать его прежним способом во вспомогательную величину $H_э$, после чего определяют

$$h_{12э} = H_э - h_{12б}.$$

Если заданы параметры для схемы с общим эмиттером, то по произведению $h_{11э} \cdot h_{22э}$ находят $H_б$ и определяют

$$h_{12б} = H_б - h_{12э}.$$

На номограмме приведен пример пересчета h-параметров схемы с общей базой в h-параметры схемы с общим эмиттером.



ДОПОЛНЕНИЕ

В 1962 г. отечественной промышленностью освоен выпуск нескольких новых подтипов транзисторов серий П8—П11 и П13—П15. Одновременно были введены двусторонние ограничения на значения коэффициента усиления по току для старых подтипов, причем его значения приведены к схеме с общим эмиттером.

В таблице приведены классификационные отличия транзисторов, выпускаемых в настоящее время, причем для старых подтипов указаны только измененные значения гарантируемых параметров.

Тип	$h_{21э}$	$f_α$, *Мгц*	$U_{к.доп}$, *в*	Примечания
П8	⩾10	⩾0,5	15	По остальным параметрам транзисторы П10А, П10Б, П11А аналогичны типу П10, а транзисторы П14А, П14Б и П15А аналогичны типу П14
П9А	15—45	⩾1,0		
П10	15—30			
П10А	15—30	⩾1,0	30	
П10Б	25—50	⩾1,0	30	
П11	25—50	⩾2,0	15	
П11А	45—90	⩾2,0	15	
П13	⩾12			
П13Б	20—60			
П14	20—40			
П14А	20—40	⩾1,0	30	
П14Б	30—60	⩾1,0	30	
П15	30—60			
П15А	50—100	⩾2,0	15	

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 06 коп.